

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Энергетический (ЭНИН)

Направление подготовки 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника

Кафедра Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование системы электроснабжения завода по производству электродвигателей

УДК 621.31.031:621.313

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5A36	Костенюк Денис Олегович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Оразбекова А. К.			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сергейчик С. И.	К.Т.Н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Дашковский А. Г.	К.Т.Н., доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

И.о.зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Электроснабжение промышленных предприятий	Сурков М. А.	К.Т.Н., доцент		

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Энергетический (ЭНИН)

Направление подготовки 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника

Кафедра Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)

УТВЕРЖДАЮ:

И. о. зав. кафедрой ЭПП

(Подпись) _____ (Дата) **Сурков М.А.**
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
5А36	Костенюку Денису Олеговичу

Тема работы:

Проектирование системы электроснабжения завода по производству электродвигателей	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	15.02.2017, №970/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Объектом исследования является цех штамповки или цветного литья завода по производству электродвигателей. В качестве исходных данных представлены:

- генеральный план предприятия;
- план цеха штамповки или цветного литья;
- сведения об электрических нагрузках всего предприятия;
- сведения об электрических нагрузках цеха штамповки или цветного литья.

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - постановка задачи проектирования; - проектирование системы электроснабжения рассматриваемого завода; - рассмотрение особенностей трансформаторных подстанций в системах электроснабжения с последующим выбором цеховых трансформаторов; - обсуждение результатов выполненной работы; - разработка раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»; - разработка раздела «Социальная ответственность»; - заключение.
<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - схема расположения ГПП и цеховых ТП с картограммой электрических нагрузок базы; - однолинейная схема внешнего электроснабжения базы; - однолинейная схема электроснабжения цеха штамповки или цветного литья; - карта селективности; - этюры отклонений напряжения.
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)</p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</p>	<p>Сергейчик Сергей Иванович</p>
<p>«Социальная ответственность»</p>	<p>Дашковский Анатолий Григорьевич</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	
--	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Оразбекова А. К.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А36	Костенюк Денис Олегович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
5А36	Костенюк Денис Олегович

Институт	Энергетический	Кафедра	Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Капитальные вложения: 136 657 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	30% премии 25% надбавки 16% накладные расходы 30% районный коэффициент
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	30% отчисления на социальные нужды

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Анализ конкурентных технических решений SWOT-анализ
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Формирование плана и графика разработки: Определение структурных работ Определение трудоемкости работ Разработка графика Ганта
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Формирование бюджета затрат на научное исследование: Материальные затраты Заработная плата (основная и дополнительная) Отчисления на социальные цели Накладные расходы

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сергейчик С. И.	К.Т.Н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А36	Костенюк Денис Олегович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
5А36	Костенюк Денис Олегович

Институт	Энергетический	Кафедра	Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования)	Работа выполняется в закрытом помещении (аудитория). Оборудованием является ЭВМ и офисная техника. Основными факторами среды являются освещение, шумы и электромагнитные поля. Возможно возникновение чрезвычайных ситуаций техногенного, стихийного, экологического и социального характера
2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 10.07.2012) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:	<ul style="list-style-type: none"> Освещение рабочего места (аудитории) Воздействие шума от ЭВМ и офисной техники Электромагнитное излучение от монитора компьютера Несоответствие параметров микроклимата (в аудитории)
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности	<ul style="list-style-type: none"> Электробезопасность
3. Охрана окружающей среды:	Бытовые отходы. Отходы, образующиеся при поломке ПЭВМ.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях:	Наиболее вероятным ЧС в здании может быть пожар
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	Право на условие труда, отвечающие требованиям безопасности и гигиены. Использовать оборудования и мебель согласно антропометрическим данным. Социальное страхование работников

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Дашковский А. Г.	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А36	Костенюк Денис Олегович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 146 с., 17 рис., 52 табл., 20 источников, 4 приложения.

Ключевые слова: электроснабжение, электродвигатель, трансформатор, завод, цех, электроприемник, автоматический выключатель, ток короткого замыкания, картограмма нагрузок, отклонение напряжения, карта селективности.

Объектом исследования является цех штамповки или цветного литья завода по производству электродвигателей.

Цель работы: Проектирование системы внешнего и внутреннего электроснабжения завода по производству электродвигателей.

В процессе исследования произведен расчет нагрузок цеха штамповки или цветного литья методом упорядоченных диаграмм и завода в целом методом коэффициента спроса, выбор метода расчета производился на основе исходных данных, была построена картограмма электрических нагрузок, также были выбраны сечения проводов и оборудование, которое было проверено при разных режимах работы.

В результате исследования была спроектирована конкретная система электроснабжения завода по производству электродвигателей, представлена техническая целесообразность и безопасность для работников предприятия.

Основные технологические, конструктивные и технико-эксплуатационные характеристики: исследуемый завод состоит из девятнадцати цехов, восемь из них относятся к третьей категории надежности электроснабжения, а одиннадцать ко второй категории, выбранное напряжение питающей линии 110 кВ, внутризаводская сеть 10 кВ, рабочее напряжение внутри цехов 0,4 кВ.

Содержание

Введение	8
1. Объект исследования.....	10
3. Финансовый менеджмент и ресурсосбережение	14
3.2. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	14
3.2.2 Анализ конкурентных технических решений	16
3.3 SWOT-анализ	18
3.4 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	23
3.5 Планирование научно-исследовательских работ.....	26
3.5.2 Определение трудоемкости выполнения работ	28
3.5.3 Разработка графика Ганта	31
3.5.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	33
3.5.4.1 Расчёт материальных затрат НТИ	33
3.5.4.2 Расчёт затрат на специальное оборудование для научных работ	35
3.5.4.3 Определение заработной платы участников НТИ	36
3.5.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	38
3.5.4.5 Накладные расходы	39
3.5.4.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта ...	40
3.6 Определение ресурсоэффективности проекта	41
Список литературы	44

Введение

В представленной выпускной квалификационной работе необходимо произвести расчет системы электроснабжения завода по производству электродвигателей с подробным рассмотрением цеха штамповки или цветного литья. Цель выпускной квалификационной работы - обучение основным дисциплинам по предусмотренному учебному плану и самостоятельное решение основных задач при проектировании системы электроснабжения предприятия промышленной отрасли. В данном предприятии представлены нагрузки разных степеней надёжности электроснабжения. Преобладает II категория, также имеется и III категория.

Процесс выполнения курсового проекта предусматривает следующие этапы:

Процесс выполнения выпускной работы включает следующие этапы:

1. Необходимо выбрать оптимальную схему электроснабжения цеха штамповки или цветного литья и рассчитать его нагрузки. Расчёт производится методом упорядоченных диаграмм.

2. Нахождение расчетные нагрузки всего предприятия по расчетным нагрузкам цехов методом коэффициента спроса с учетом освещения всего предприятия.

3. По итогам расчёта нагрузок привести картограмму электрических нагрузок, так же определить ЦЭН, следовательно, и место расположения ГПП.

4. Произвести внутризаводское электроснабжение. Необходимо выбрать число и мощности цеховых трансформаторных подстанций, так же кабельные линии для их питания, рассчитать потери.

5. Выбрать оптимальное напряжения, которое питает сети предприятия, мощности трансформаторов главной понизительной подстанции, также сечения проводов питающей сети. В заключении расчёта привести схему для внешнего электроснабжения завода.

6. Произвести расчёт токов КЗ в сети высокого напряжения (выше 1кВ) с целью подбора защитных аппаратов для цеховых ТП и для проверки сечений проводников, питающих цеховые ТП на термическую стойкость.

7. Произвести проектирование сети до 1000 В. То есть распределить электроприемники в распределительные пункты и произвести их выбор. Также для электроприемников выбрать кабельные линии. Далее следует рассчитать токи короткого замыкания в сети ниже 1000 В, по итогам выбирать аппараты защиты. Провести построения эпюр отклонения напряжения. Селективная карта защитных аппаратов изображается по итогам расчёта.

Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» отображает оценку технического проекта с экономической точки зрения. В данном разделе рассматривались три варианта технического решения с экономическим обоснованием. Также рассматриваются организационно-технические вопросы, связанные со всеми видами работ исполнителей проекта.

В разделе «Социальная ответственность» производится оценка условий труда на рабочем месте проектировщика, анализ вредных и опасных факторов при проектировании за компьютером, рассмотрение пожарной безопасности на рабочем месте.

1. Объект исследования:

Объектом исследования является завод по производству электродвигателей в целом и цех штамповки или цветного литья в частности. Исходными данными являются генплан предприятия (рисунок 1), сведения об электрических нагрузках (таблица 1), план цеха штамповки или цветного литья (рисунок 2), сведения об электрических нагрузках цеха (таблица 2).

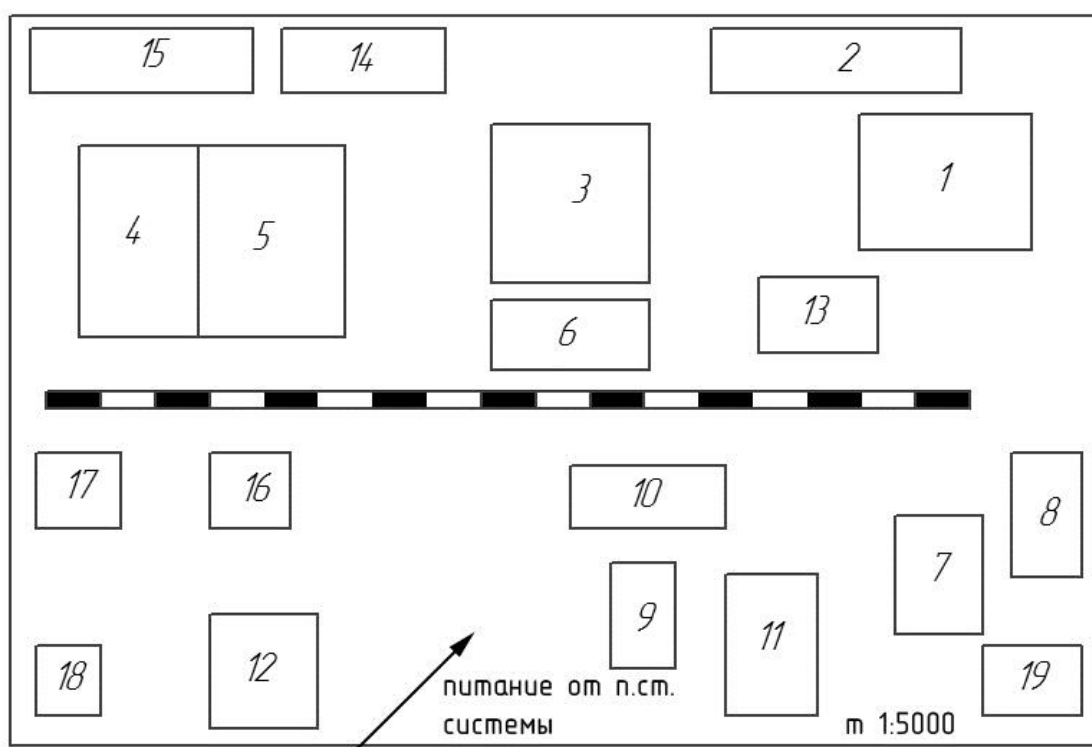


Рисунок 1 - Генплан завода по производству электродвигателей

Таблица 1. Сведения об электрических нагрузках

№	Наименование цеха	Установленная мощность, кВт
1	Механический	1435
2	Ремонтно-механический	700
3	Штамповки и цветного литья	2315,7
4	Сборочный	480
5	Агрегатный	204
6	Модельно-столярный	260
7	Гидроцилиндров	2900
8	Экспериментальный	159
9	Чугунолитейный	3680
10	Обрубной	516
11	Кузнечный	480
12	Заготовительный	708
13	Компрессорная	
	10кВ	4500
	0,38 кВ	125
14	Заводоуправление	125
15	Инженерный	420
16	Котельная	350
17	Склад	55
18	Лаборатория	170
19	Столовая	240
Длина питающей линии, км		10

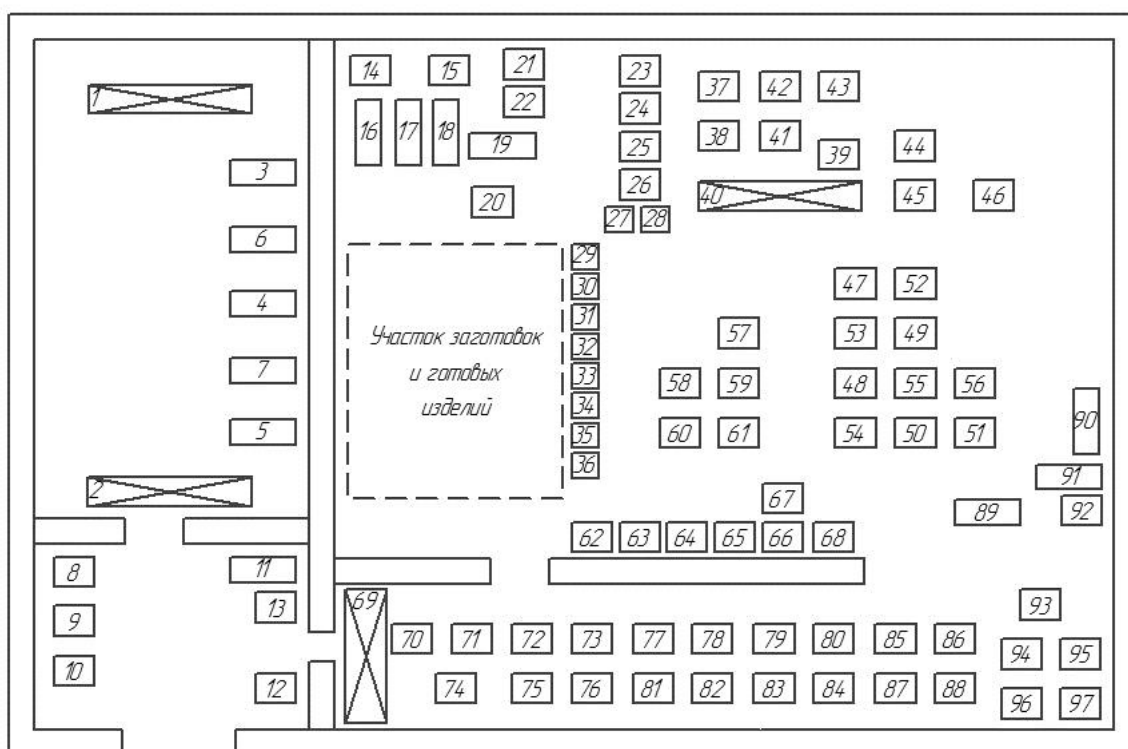


Рисунок 2 - План цеха штамповки или цветного литья

Таблица 2. Сведения об электрических нагрузках цеха

Номер на плане	Наименование электроприемника	Установленная мощность ЭП, кВт
1,2	Кран-балка ПВ=40%	19
3-5	Печь тупиковая	9
6,7	Камера окрасочная	39
8	Электродпечь	24
9	Пресс	21
10	Кузнечный горн	15
11,12	Электромолот	10
13	Электродпечь	19
14-20,42,43	Пресс	15
21,22	Заточной станок	5,5
23,28	Установка шихтовки	48
24	Вертикально-сверлильный	8,5
25,26	Токарный	6,5
27	Фрезерный	17

Продолжение таблицы 2

29-36	Пресс калибровочный	17,8
37-39	Пресс- автомат	14,4
40	Кран-балка ПВ=25%	48
41,44,45	Разборочная машина	42
46,57-61	Пресс-автомат	14,5
47-51	Машина литья	11
52-56	Печь плавно- раздаточная	21
62-68	Пресс	54
69	Кран-балка ПВ=40%	6,2
70-73,77-80	Машина литья	48
74-76,81-84,87,88	Печь плавно- раздаточная	19
85,86	Машина литья	1,8
89,90	Головочный барабан	31
91	Обдирочный станок	12
92	Сверлильный станок	20
93	Печь плавно- раздаточная	23
94	Кантователь	12
95	Виброустановка	65
96	Гидронасос	40
97	Кран укосина	26

3. Финансовый менеджмент и ресурсосбережение

3.1. Варианты конкурентоспособных выключателей

Для защиты от токов короткого замыкания должны быть установлены высоковольтные выключатели, рассмотрим следующий варианты:

- 1) Элегазовый выключатель
- 2) Вакумный выключатель
- 3) Маломасляный выключатель

3.2. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

3.2.1. Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Определение основных сегментов данного рынка

К первой категории потребителей относятся ответственные потребители.

Их снабжение электроэнергией производится от двух независимых источников питания. При исчезновении напряжения на одном из источников производится автоматическое переключение на питание нагрузки от второго источника. Независимыми источниками могут быть распределительные устройства двух электростанций или не связанных друг с другом подстанций. Переключение производится автоматическими выключателями резерва (АВР). При срабатывании этих механических (а иногда и тиристорных) переключателей, время отсутствия напряжения (период, в течение которого нагрузка остается без электропитания) составляет 10-3000 мс.

Ко второй категории относятся менее ответственные потребители. Их электроснабжение должно производиться от двух независимых источников питания. Но для этой категории потребителей допустим более длительный разрыв электропитания, достаточный для переключения вручную оперативным персоналом или выездной аварийной бригадой. Ко второй категории потребителей относятся больницы и узлы связи, крупные предприятия и др.

Все остальные потребители относятся к **третьей категории**. Их электроснабжение может осуществляться от одного источника питания, при условии, что перерывы электроснабжения не превышают одних суток. В это время включается и ремонт или замена вышедшего из строя оборудования. К потребителям первой категории относятся федеральные и региональные органы власти, большие старые банки, больницы, начиная с областных, некоторые предприятия с непрерывным циклом производства, крупные узлы связи и т.д.

Выбор сегментов, на которые намерено ориентироваться предприятие

Таблица 28. Карта сегментирования услуг электроэнергетики в сфере электроснабжения

	I категория	II категория	III категория
Крупные	1,2	1,2,3	2,3
Средние	1,2	1,2,3	2,3
Малые	1,2	2,3	3

- 1 - Элегазовый выключатель
- 2 - Вакумный выключатель
- 3 - Маломасляный выключатель

Из карты сегментирования видно, что данные выключатели имеют большой спектр применения, и охватывают все рынки электроэнергетики

маломасляного выключателя невозможно для потребителей 1 категории в виду отсутствия АПВ.

3.2.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

Таблица 29. Анализ конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	баллы			Конкурентно - способность		
		1	2	3	К1	К2	К3
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Отключающая способность	0,2	5	4	3	1	0,8	0,6
Простота конструкции	0,05	3	5	2	0,15	0,25	0,1
Пожара и взрывобезопасность	0,1	5	4	1	0,5	0,4	0,1
Отсутствие загрязнения окружающей среды	0,05	5	5	4	0,25	0,25	0,2
Надежность	0,2	5	4	3	1	0,8	0,6
Экономические критерии ресурсоэффективности							
Конкурентоспособность продукта	0,05	5	4	3	0,25	0,2	0,15
цена	0,1	3	4	5	0,3	0,4	0,5

Продолжение таблицы 29

Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
Малые эксплуатационные расходы	0,15	4	5	3	0,6	0,75	0,45
итого	1	40	39	28	4,55	4,25	3,1

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i-го показателя

Из таблицы 29 видно, что конкурентное преимущество элегазового выключателя состоит в оптимальном сочетании цены, качества и надежности. Вакуумный выключатель менее конкурента способный.

3.3 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений. В рамках данного этапа необходимо построить интерактивную матрицу проекта. Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Возможно использование этой матрицы в качестве одной из основ для оценки вариантов стратегического выбора. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-».

В рамках третьего этапа должна быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа, которая учитывает сочетание возможностей с сочетанием (корреляцией) сильных сторон.

Таблица 30. Составление предварительной матрицы

	Сильные стороны проекта: С1: Безопасность С2: Отключающая способность С3: Высокая надежность С4: Высокая долговечность С5: Хорошая камуникабельность	Слабые стороны проекта: Сл1: дорогостоящее обслуживание Сл2: высокая стоимость
Возможности проекта В1: повышение надежности системы В2: расширение производства		
Угрозы проекта У1: удорожание проекта		

Таблица 31. Этап 2. Интерактивная матрица сильных сторон возможностей проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		<i>C1</i>	<i>C2</i>	<i>C3</i>	<i>C4</i>	<i>C5</i>
	<i>B1</i>	+	+	+	+	0
	<i>B2</i>	+	0	0	0	+

Из таблицы сильных сторон и возможностей можно заметить такие комбинации как: B1C1C2C3C4, B2C1C5

Таблица 32. Интерактивная матрица слабых сторон и возможностей проекта.

Возможности проекта		Сл1	Сл2
	<i>B1</i>	+	+
	<i>B2</i>	0	0

Из таблицы слабых сторон и возможностей можно заметить такие комбинации как: B1СЛ1СЛ2.

Таблица 33. Интерактивная матрица сильных сторон и угроз проекта.

Сильные стороны проекта						
Угрозы		C1	C2	C3	C4	C5
проекта	У1	+	+	+	+	+

Из таблицы слабых сторон и возможностей можно заметить такие комбинации как: У1С1С2С3С4С5

Таблица 34. Интерактивная матрица слабых сторон и угроз проекта.

Угрозы проекта		Сл1	Сл2
	У1	+	+

Из таблицы слабых сторон и возможностей можно заметить такие комбинации как: У1СЛ1СЛ2

Таблица 35. Результаты SWOT анализа

	Сильные стороны проекта: С1: Безопасность С2: Отключающая способность С3: Высокая надежность С4: Высокая долговечность С5: Хорошая камуникабельность	Слабые стороны проекта: Сл1: дорогостоящее обслуживание Сл2: высокая стоимость
Возможности проекта В1: повышение надежности системы В2: расширение производства	В1С1С2С3С4, В2С1С5	В1Сл1Сл2
Угрозы проекта У1: удорожание проекта	У1С1С2С3С4С5	У1Сл1Сл2

Результаты SWOT анализа представленные в таблице 3.2.4.6 показывают, как возможности и угрозы влияют на сильные и слабые стороны. Отмечаются следующие положительные тенденции: использование элегазовых выключателей приводит к повышению надежности системы и может быть в дальнейшем расширять производство, но увеличиваются затраты на покупку оборудования и его эксплуатацию.

По примеру элегазового выключателя производим SWOT анализ остальных выключателей:

Таблица 36. Результаты SWOT анализа для вакуумного выключателя

	Сильные стороны проекта: С1: Безопасность С2: Простота конструкции С3: Высокая надежность С4: Высокая долговечность С5: Хорошая коммуникабельность	Слабые стороны проекта: Сл1: небольшие токи отключения Сл2: возможность перенапряжения
Возможности проекта В1: повышение надежности системы В2: расширение производства	В1С1С3С4, В2С1С2С5	В1Сл1Сл2, В2Сл1Сл2
Угрозы проекта У1: удорожание проекта	У1С1С3С4С5	

Отмечаются следующие положительные тенденции при использовании вакуумных выключателей снижаются затраты на эксплуатацию и покупку оборудования, но снижается отключающая способность и надежность.

Таблица 37. Результаты SWOT анализа для маломасляного выключателя

	Сильные стороны проекта: С1: Экономичность С2: долговечность С3: коммуникабельность	Слабые стороны проекта: Сл1: пожаро и взрывоопасность Сл2: невозможность автоматического повторного включения Сл3: малая отключающая способность Сл4: контроль масла
Возможности проекта В1: повышение надежности системы В2: расширение производства	В1С2, В2С1С2С3	В1СЛ1СЛ2СЛ2, В2СЛ1СЛ2СЛ3СЛ4
Угрозы проекта У1: удорожание проекта		У1СЛ1СЛ3СЛ4

При установке маломасляных выключателей уменьшаются затраты на покупку оборудования, но уменьшается надежность и безопасность.

3.4 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Морфологический подход основан на систематическом исследовании всех теоретически возможных вариантов, вытекающих из закономерностей строения (морфологии) объекта исследования.

Реализация метода предусматривает следующие этапы.

1. Точная формулировка проблемы исследования.
2. Раскрытие всех важных морфологических характеристик объекта исследования.

Таблица 38. Морфологическая матрица для элегазовых выключателей

	1	2	3	4	5
А: конструкция	колонковая	баковая			
Б: привод	Пневматический привод	Пружинный привод	Электромагнитный привод переменного тока	Электромагнитный привод постоянного тока	Гидропривод
В: трансформатор тока	встроенный	Не встроенный			
Г: климатическое исполнение	У1	ХЛ1			

Из данной матрицы видно что что разнообразие элегазовых выключателей большое множество, остановим свое внимание на ВГТ110 У1 с пружинным приводом с невстроенным трансформатором тока , колонковой конструкции.

Таблица 39. Морфологическая матрица для вакуумных выключателей

	1	2	3	4
А: конструкция	Ячейка КРУ	Колонковый для внешней установки		

Продолжение таблицы 39.

Б: привод	Электромагнитный привод переменного тока	Электромагнитный привод постоянного тока	Пружинный привод	
В: трансформатор тока	встроенный	Не встроенный		
Г: климатическое исполнение	У3	У	У1	УХ Л

Остановим свое внимание на вакуумном выключателе для внешней установки с пружинным приводом с не встроенным трансформатором тока, климатического исполнения У1.

Таблица 40. Морфологическая матрица для маломасляных выключателей

	1	2	3	4
А: по компоновки	Дугогаситель ные камеры с низу	Дугогаситель ные камеры с верху		
В: привод	Пневматичес кий привод	Пружинный привод	Электромагнитный привод переменного тока	Электромагнитный привод постоянного тока
Г: трансформатор тока	встроенный	Не встроенный		

Продолжение таблицы 40

Д: климатическ ое исполнение	У1	ХЛ1	У2	
Е: конструктив ным особенностям	Подвесного типа	Колонкового типа	Горшкового типа	Для наружной установки

Остановим свое внимание на маломасляном выключателе наружной установки с дугогасительной камерой с низу, пружинным приводом, не встроенным трансформатором тока У1.

3.5 Планирование научно-исследовательских работ

3.5.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования; -
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Таблица 41. Перечень этапов работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работ	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
Выбор направления технического проектирования	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
Расчеты и проектирование системы электроснабжения завода строительных материалов	3	Проведение расчетов электрических нагрузок предприятия	Инженер, научный руководитель
	4	Проектирование системы внутризаводского электроснабжения	Инженер, научный руководитель
	5	Проектирование системы внутрицехового электроснабжения	Инженер, научный руководитель
Обобщение и оценка результатов	6	Оценка эффективности полученных результатов	Инженер, научный руководитель

Продолжение таблицы 41

Оформление отчета по техническому проектированию	7	Составление пояснительной записки	Инженер
	8	Проверка выпускной квалификационной работы руководителем	Научный руководитель
Защита проекта	9	Представление проекта ГАК	Инженер, научный руководитель

По таблице 41 можно увидеть все этапы проектирования итогом данной работы является защита выпускной квалификационной работы.

3.5.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения работы оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожи}$ используем следующую формулу :

$$t_{ожи} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5},$$

где $t_{ожи}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$ — минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$ — максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяем продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожи}}{Ч_i},$$

где T_{pi} — продолжительность одной работы, раб.дн.;

$t_{ожи}$ — ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$Ч_i$ — численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

В таблице 42 приведена ожидаемая трудоемкость выполнения работ.

Таблица 42. Определение трудоемкости и длительности выполнения работ

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	
	t_{\min}		t_{\max}		$t_{о.ж.и}$			
	чел-дни							
	руководитель	Инженер	руководитель	Инженер	руководитель	Инженер	руководитель	Инженер
1.Составление и утверждение технического задания	1	-	2	-	1,4	-	2	-
2.Подбор и изучение материалов по теме	-	8	-	16	-	11,2	-	12
3.Проведение расчетов электрических нагрузок предприятия	2	18	4	23	2,8	20	3	20
4.Проектирование системы внутризаводского электроснабжения	3	21	5	26	3,8	15,8	4	23
5.Проектирование системы внутрицехового электроснабжения	2	16	3	21	2,4	18	3	18
6.Оценка эффективности полученных результатов	1	3	3	5	1,8	3,8	2	4

Продолжение таблицы 42

7.Составление пояснительной записки	-	20	-	25	-	22	-	22
8.Проверка выпускной квалификационной работы руководителем	2	-	6	-	3,6	-	4	-
9.Защита проекта	2	2	5	5	3,2	3,2	4	4

3.5.3 Разработка графика Ганта

Наиболее удобным и наглядным в данном случае является построение ленточного графика проведения работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

На основе таблицы 42 строим план-график. График строим для максимального по длительности исполнения работ в рамках технического проекта, с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени написания ВКР. При этом работы на графике выделяем различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

Построенный график представлен на рисунке 12.

Исходя из составленной диаграммы, можно сделать вывод, что продолжительность работ занимает 11 декад, начиная с третьей декады февраля, заканчивая первой декадой июня. Учитывая вероятностный характер оценки трудоемкости, реальная продолжительность работ может быть как меньше (при благоприятном стечении обстоятельств), так и несколько превысить указанную продолжительность (при неблагоприятном стечении обстоятельств).















№	Вид работ	Исполнитель работ	T_{pi} раб. дн.	Продолжительность выполнения работ										
				Февр.	Март			Апр.			Май			Июнь
					3	1	2	3	1	2	3	1	2	
1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель	2											
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер	12											
3	Проведение расчетов электрических нагрузок предприятия	Инженер	20											
		Научный руководитель	3											
4	Проектирование системы внутризаводского электроснабжения	Инженер	23											
		Научный руководитель	4											
5	Проектирование системы внутрицехового электроснабжения	Инженер	18											
		Научный руководитель	3											
6	Оценка эффективности полученных результатов	Инженер	4											
		Научный руководитель	2											
7	Составление пояснительной записки	Инженер	22											
8	Проверка ВКР руководителем	Научный руководитель	4											
9	Защита проекта	Инженер	4											
		Научный руководитель	4											

Рисунок 12 – Диаграмма Ганта

По диаграмме Ганта можно предварительно оценить показатели рабочего времени для каждого исполнителя.

Продолжительность выполнения проекта в рабочих днях составит 109 дней.

Из них:

103 дня – продолжительность выполнения работ инженером;

22 дня – продолжительность выполнения работ руководителем.

3.5.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

3.5.4.1 Расчёт материальных затрат НТИ

Данная статья включает стоимость всех материалов, которые понадобились при разработке проекта, т.к. итогом данного проекта является отчет по научной исследовательской работе, нам понадобились следующие канцелярские принадлежности:

- Бумага;
- Картридж.
- ручка
- папка

- дырокол
- блокнот для записей

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расх\ i},$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расх\ i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Величина коэффициента (k_T), отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Т.к. все материалы приобретались у их конечных распространителей (магазин канцелярский принадлежностей), транспортные расходы были уже учтены в их конечной стоимости.

Таким образом для выполнения данной НТИ были приобретены:

Таблица 43. Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, Z_M , руб.
Ручка	шт.	1	15	10
Блокнот	шт.	1	15	10
Бумага	лист.	150	0,5	75
Заправка картриджа	шт.	1	500	20
Папка	шт.	1	8	8
Скрепление дыроколом		1	2	2
Итого:				125

В затратах на материалы уже учтено, что ручка была исписана не полностью, остались листки в блокноте, а также картридж был израсходован не полностью.

3.5.4.2 Расчёт затрат на специальное оборудование для научных работ

В данную статью должны быть включены все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме. Т.к. работа является исследовательской, все работы могут быть произведены с помощью специализированного ПО.

Таблица 44 Расчёт бюджета затрат на приобретение специализированного ПО

№	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс.руб
1	Пакет Microsoft Office	1	1,745	1,745
2	MathCAD	1	4,56	4,56
3	Visio 2013	1	12,5	12,5
Итого:				18,8

В таблице 44 указаны цены специализированного программного обеспечения с учетом приобретенной лицензии для образовательных учреждений, которые имеются в Томском Политехническом университете, и использовались в данной работе.

3.5.4.3 Определение заработной платы участников НТИ

В разработке данного проекта принимают участие следующие лица: руководитель (от ТПУ), инженер-проектировщик (студент). Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

1. Заработная плата инженера-проектировщика (студента).

Заработная плата инженера-проектировщика (студента) определяется как:

$$Z_{\Pi} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}};$$

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, составляет $0,15 \cdot Z_{\text{осн}}$;

$Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата.

Размер основной заработной платы определяется по формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p;$$

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата;

T_p – суммарная продолжительность работ, выполняемая научно-техническим работником в соответствии с диаграммой Ганта 103 дня.

Размер среднедневной заработной платы рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_M \cdot M}{F_D},$$

Z_M – месячный оклад научно-технического работника;

M – количество месяцев работы без отпуска ($M=10,4$ для шестидневной рабочей недели и отпуске в 48 рабочих дней);

F_d – действительный годовой фонд научно технического персонала (определяется за вычетом выходных, праздничных и больничных дней).

Месячный оклад научно-технического работника определяется по формуле:

$$З_M = З_{TC} \cdot (1 + k_{np} + k_d) \cdot k_p;$$

$З_{TC}$ – заработная плата по тарифной ставке;

k_{np} – премиальный коэффициент, равный 30%;

k_d – коэффициент доплат и надбавок, составляет примерно 25%;

k_p – районный коэффициент, для Томска равен 1,3.

Размер заработной платы по тарифной ставке определяется по формуле:

$$З_{TC} = T_{ci} \cdot k_T;$$

T_{ci} – тарифная ставка работника (принимается равной тарифной ставке работника т.е. $T_{ci} = 4945$ руб.);

k_T – тарифный коэффициент в зависимости от разряда (для четвертого разряда $k_T = 1,142$).

Используя выше изложенную методику, вычислим размер заработной платы инженера-проектировщика (студента), работающего по 4 разряду и выделим 7 дней на больничный.

$$З_{TC} = T_{ci} \cdot k_T = 4945 \cdot 1,142 = 5647,19 \text{ руб};$$

$$З_M = З_{TC} \cdot (1 + k_{np} + k_d) \cdot k_p = 5647 \cdot (1 + 0,3 + 0,25) \cdot 1,3 = 11746 \text{ руб};$$

$$З_{\text{он}} = \frac{З_M \cdot M}{F_d} = \frac{11746 \cdot 10,4}{365 - 54 - 77 - 7} = 538;$$

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{он}} \cdot T_p = 538 \cdot 103 = 55414 \text{ руб};$$

$$З_{\Pi} = З_{\text{осн}} + З_{\text{дон}} = 55414 + 0,15 \cdot 55414 = 63726,1 \text{ руб}.$$

2. Заработная плата руководителя (от ТПУ).

Расчёт основной заработной платы руководителя происходит на основании отраслевой системы оплаты труда. Отраслевая система оплаты труда в ТПУ предполагает следующий состав заработной платы:

- 1) оклад – определяется предприятием. В ТПУ оклады распределены в соответствии с занимаемыми должностями, например, ассистент, ст. преподаватель, доцент, профессор (см. «Положение об оплате труда», приведенное на интернет странице Планово-финансового отдела ТПУ).
- 2) стимулирующие выплаты – устанавливаются руководителем подразделений за эффективный труд, выполнение дополнительных обязанностей и т.д.
- 3) иные выплаты; районный коэффициент.

Так как стимулирующие надбавки, иные выплаты и поощрения зависят от деятельности руководителя в частности, то примем коэффициент стимулирующих надбавок равным 30%, а коэффициент поощрения руководителя за добросовестную трудовую деятельность 30%. С учётом документа ««Положение об оплате труда», доцент, ктн, работающий в ТПУ имеет оклад равный 22000 рубля. С учётом этого, рассчитаем размер основной заработной платы руководителя НТИ.

$$З_{осн} = (1 + k_{Д} + k_{прем}) \cdot З_{М} \cdot k_p = (1 + 0,3 + 0,3) \cdot 22000 \cdot 1,3 = 44330 \text{ руб};$$

$$З_{П} = З_{осн} + З_{дон} = 44330 + 0,15 \cdot 44330 = 50979 \text{ руб.}$$

Сумарные отчисления на заработную плату составили: 74489 руб.

3.5.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп});$$

$k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2017 г. в соответствии с Федеральным закона от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 3.4.4.4.1.

Таблица 45. Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата
Инженер-проектировщик	55414	8312,1
Руководитель	44330	6649,6
Коэффициент отчислений	0,3	
Итого	$Z_{внеб} = 0,3 \cdot (55414 + 8321.1) + 0,3 \cdot (44330 + 6649) =$ $= 31085.24 \text{ руб.}$	

Официально заработанная зарплата составляет для руководителя: 37163 руб.

Для инженера проектировщика (студента) составляет: 46456 руб.

3.5.4.5 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = \left(\sum_{3.4.1}^{3.4.4} Z_i \right) \cdot k_{\text{нр}};$$

$\sum_{3.4.1}^{3.4.4} Z_i$ - сумма затрат из пунктов 4.3.4.1 – 4.3.4.2.

$k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Тогда накладные расходы НТИ можно рассчитать как:

$$Z_{\text{накл}} = \left(\sum_{3.4.1}^{3.4.4} Z_i \right) \cdot k_{\text{нр}} = (125 + 18800) \cdot 0,16 = 3028; \text{руб.}$$

3.5.4.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Таблица 46. Расчёт бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты НТИ	125
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	18800

Продолжение таблицы 46

3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	83619
4. Отчисления во внебюджетные фонды	31085
Растёт накладных расходов	3028
итого	136657

Как видно из таблицы 46 основные затраты на разработку научно технической продукции составляют затраты на заработную плату и на специальное оборудование для научных работ.

3.6 Определение ресурсоэффективности проекта

С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

- технические характеристики проекта;
- конкурентоспособность проекта;
- уровень завершенности научного исследования (наличие макета, прототипа, модели и т.п.);
- бюджет разработки и т.д.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научного проекта и определить направления для его будущего повышения и реализации. Для такой оценки были подобраны критерии эффективности такие как: надежность, гибкость, безопасность, простота эксплуатации, экономичность.

- 1) надежность – срабатывания выключателя
- 2) гибкость – система электроснабжения должна быть рассчитана на «рост» в случае необходимости расширения предприятия и должна допускать легкое приспособление к изменению технологических процессов;
- 3) безопасность – пожара и взрывобезопасность;
- 4) простота эксплуатации – обслуживание выключателя должна обеспечиваться рациональным расположением элементов, ясностью и простотой, чтобы персонал даже средней квалификации мог успешно выполнять все необходимые операции;
- 5) экономичность – система электроснабжения должна быть выполнена таким образом, чтобы затраты на ее создание, эксплуатацию и развитие были минимальными при условии соблюдения требований гибкости, безопасности и надежности.

После выбора критериев оцениваем их по 5-и бальной шкале и определяем интегральный показатель, с помощью которого делаем вывод об эффективности использования технического проекта.

Оценочные критерии для расчета интегрального показателя ресурсоэффективности приведены в таблице 47

Таблица 47. Оценочные критерии проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Бальная оценка для 1 выкл.	Бальная оценка для 2 выкл.	Бальная оценка для 3 выкл.
1. Надежность	0,25	5	4	3
2. Гибкость	0,10	5	4	4
3. Безопасность	0,25	5	5	2
4. Простота эксплуатации	0,15	4	5	3
5. Экономичность	0,25	4	4	5
Итого:	1,00			

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности:

$$I_{pi1} = 0,25 \cdot 5 + 0,1 \cdot 5 + 0,25 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 + 0,25 \cdot 4 = 4,6$$

$$I_{pi2} = 0,25 \cdot 4 + 0,1 \cdot 4 + 0,25 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 + 0,25 \cdot 4 = 4,15$$

$$I_{pi3} = 0,25 \cdot 3 + 0,1 \cdot 4 + 0,25 \cdot 2 + 0,15 \cdot 3 + 0,25 \cdot 5 = 3,35$$

По 5-балльной шкале показатель ресурсоэффективности проекта элегазового выключателя имеет достаточно высокое значение, что говорит об эффективности использования технического проекта.

Список литературы

- 1 Л.П. Сумарокова. Электроснабжение промышленных предприятий. – Томск: ТПУ, 2012.
- 2 Справочные данные по расчетным коэффициентам электрических нагрузок Тяжпромэлектропроект 1990г.
- 3 Правила устройства электроустановок [Текст]: Все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7. – Новосибирск: Сиб. Унив. Изд-во, 2009. – 853 с., ил.
- 4 Г. Н. Ополева, Схемы и подстанции электроснабжения. Справочник: Учеб. пособие. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2006, 480 с
- 5 Л.Д. Рожкова, В.С. Козулин. Электрооборудование станций и подстанций. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 646 с.
- 6 А.И. Гаврилин, С.Г. Обухов, А.И. Озга. Электроснабжение промышленных предприятий. Методические указания к выполнению выпускной работы бакалавра. – Томск: ТПУ, 2001 – 93 с.
- 7 Кабышев А.В., Обухов С.Г. Расчет и проектирование систем электроснабжения: Справочные материалы по электрооборудованию: Учеб. пособие / Том. политехн. ун-т. – Томск, 2005. – 168 с.
- 8 А.А.Федоров, Справочник по электроснабжению и электрооборудованию. -М: Энергоатомиздат 1987, 588 стр.
- 9 В.Н.Радкевич, Проектирование систем электроснабжения, Минск НПООО «Пион» 2001, 288 стр.
- 10 А.В. Кабышев Электроснабжение объектов Ч.1 Расчет электрических нагрузок, нагрев проводников и электрооборудования. Учеб.пособие / Том. политехн. ун-т. – Томск, 2007. – 185 с.
- 11 СТО 56947007-29.240.30.010-2008. Схемы принципиальные электрические Распределительных устройств подстанций 35-750 КВ. Типовые решения. Дата введения-2007-12-20

- 12 Грейсух М.В. Лазарев С.С.: Расчеты по электроснабжению промышленных предприятий. М., «Энергия», 1977. 312 с. с ил.
- 13 Томпсон А.А., Стрикленд, Дж.А. Стратегический менеджмент: концепции и ситуации для анализа, 12-е издание: Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2006 – 928 с.
- 14 Видяев И.Г., Серикова Г.Н., Гаврикова Н.А. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. – Томск: ТПУ, 2014. – 37 с.
- 15 ГОСТ 12.1.005-88 “Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.”
- 16 СНиП II-4-79. Естественное и искусственное освещение.
- 17 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 “Гигиенические требования к ПЭВМ и организации работы.”
- 18 ГОСТ 12.0.003-74 (СТ СЭВ 790-77). “Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.”
- 19 ГОСТ 12.01.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.
- 20 Технический регламент о требованиях пожарной безопасности.